

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-248978

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月17日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 2 B 6/42

G 0 2 B 6/42

H 0 1 L 31/12

H 0 1 L 31/12

G

H 0 4 B 10/28

H 0 4 B 9/00

W

10/02

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平10-54641

(22) 出願日 平成10年(1998) 3月6日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 光田 昌弘

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 西川 透

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 宇野 智昭

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

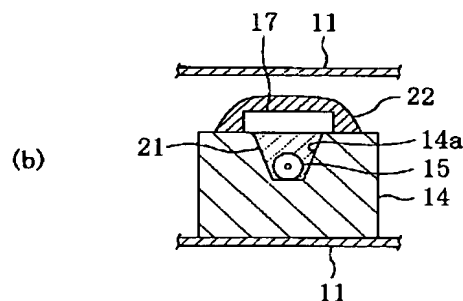
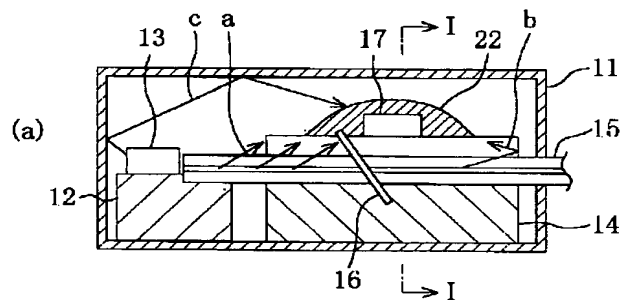
(74) 代理人 弁理士 前田 弘 (外2名)

(54) 【発明の名称】 双方向光半導体装置

(57) 【要約】

【課題】 光導波路を有する基板、半導体発光素子と、光分岐器と及び半導体受光素子が一体化されてなる双方向光半導体装置において、装置全体の小型化と光アイソレーションの向上との両立を図る。

【解決手段】 シリコン基板12の上面に半導体レーザ素子13が固定され、ガラス基板14の溝部14aには光ファイバ15が埋め込まれている。ガラス基板14には光軸に対して所定の角度を持つ光分岐器16が挿入されており、該光分岐器16は、半導体レーザ素子13から出射された出力信号光を通過させる一方、光ファイバ15に入力された入力信号光をガラス基板14の反対側に導く。ガラス基板14の上面には、光分岐器16により導かれた入力信号光を受ける受光素子17が固定されている。受光素子17における、受光部を除く下面、レーザ素子側の側面、反レーザ側の側面及び上面に遮光性樹脂22が塗布されており、半導体レーザ素子13から出射されて受光素子17に向かう光は遮光性樹脂22によって遮断される。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 出力信号光及び入力信号光を伝搬する光導波路を内部に有する基板と、

前記光導波路の一端部に出力信号光を出射する半導体発光素子と、

前記光導波路に設けられ、出力信号光の少なくとも一部を通過させると共に入力信号光の少なくとも一部を前記光導波路の外部に導く光分岐器と、

前記基板に設けられ、前記光分岐器により前記光導波路の外部に導かれた入力信号光が入射する半導体受光素子と、

前記半導体受光素子の表面に設けられ、前記半導体発光素子から出射された光を遮断する遮光部材とを備えていることを特徴とする双方向光半導体装置。

【請求項2】 出力信号光及び入力信号光を伝搬する光導波路を内部に有する基板と、

前記光導波路の一端部に出力信号光を出射する半導体発光素子と、

前記光導波路に設けられ、出力信号光の少なくとも一部を通過させると共に入力信号光の少なくとも一部を前記光導波路の外部に導く光分岐器と、

前記基板に設けられ、前記光分岐器により前記光導波路の外部に導かれた入力信号光が入射する半導体受光素子と、

前記基板の表面に設けられ、前記半導体発光素子から出射された光を遮断する遮光部材とを備えていることを特徴とする双方向光半導体装置。

【請求項3】 前記遮光部材は樹脂膜であることを特徴とする請求項1又は2に記載の双方向光半導体装置。

【請求項4】 前記遮光部材は金属層であることを特徴とする請求項1又は2に記載の双方向光半導体装置。

【請求項5】 前記遮光部材は誘電体薄膜フィルタであることを特徴とする請求項1又は2に記載の双方向光半導体装置。

【請求項6】 出力信号光及び入力信号光を伝搬する光導波路を内部に有する基板と、

前記光導波路の一端部に出力信号光を出射する半導体発光素子と、

前記光導波路に設けられ、出力信号光の少なくとも一部を通過させると共に入力信号光の少なくとも一部を前記光導波路の外部に導く光分岐器と、

前記基板に設けられ、前記光分岐器により前記光導波路の外部に導かれた入力信号光が入射する半導体受光素子と、

前記基板における前記半導体受光素子と反対側の表面に設けられ、前記半導体発光素子から出射された光を前記半導体受光素子と異なる方向に高反射する高反射層とを備えていることを特徴とする双方向光半導体装置。

【請求項7】 出力信号光及び入力信号光を伝搬する光導波路を内部に有する基板と、

2

前記光導波路の一端部に出力信号光を出射する半導体発光素子と、

前記光導波路に設けられ、出力信号光の少なくとも一部を通過させると共に入力信号光の少なくとも一部を前記光導波路の外部に導く光分岐器と、

前記基板に設けられ、前記光分岐器により前記光導波路の外部に導かれた入力信号光が入射する半導体受光素子と、

前記基板における前記光導波路以外の部分に形成され、

10 前記半導体発光素子から出射された光を吸収する光吸収部とを備えていることを特徴とする双方向光半導体装置。

【請求項8】 出力信号光及び入力信号光を伝搬する光導波路を内部に有する基板と、

前記光導波路の一端部に出力信号光を出射する半導体発光素子と、

前記光導波路に設けられ、出力信号光の少なくとも一部を通過させると共に入力信号光の少なくとも一部を前記光導波路の外部に導く光分岐器と、

20 前記基板に設けられ、前記光分岐器により前記光導波路の外部に導かれた入力信号光が入射する半導体受光素子と、

前記基板における前記光導波路以外の部分に設けられ、前記半導体発光素子から出射され前記光導波路以外の部分を伝搬する光を吸収するか又は前記半導体受光素子と異なる方向に反射する光学部材とを備えていることを特徴とする双方向光半導体装置。

【請求項9】 出力信号光及び入力信号光を伝搬する光導波路を内部に有する基板と、

30 前記光導波路の一端部に出力信号光を出射する半導体発光素子と、

前記光導波路に設けられ、出力信号光の少なくとも一部を通過させると共に入力信号光の少なくとも一部を前記光導波路の外部に導く光分岐器と、

前記基板に設けられ、前記光分岐器により前記光導波路の外部に導かれた入力信号光が入射する半導体受光素子と、

前記基板、半導体発光素子、光分岐器及び半導体受光素子を収納するパッケージと、

40 前記パッケージの内壁面に設けられ、前記半導体発光素子から出射された光を吸収する光吸収膜とを備えていることを特徴とする双方向光半導体装置。

【請求項10】 前記基板は石英系のガラスからなることを特徴とする請求項1～9のいずれか1項に記載の双方向光半導体装置。

【請求項11】 前記基板はシリコン結晶からなることを特徴とする請求項1～9のいずれか1項に記載の双方向光半導体装置。

50 【請求項12】 前記基板はポリマーからなることを特徴とする請求項1～9のいずれか1項に記載の双方向光

半導体装置。

【請求項13】 前記光分岐器は、前記光導波路と交差するように設けられた光学素子であることを特徴とする請求項1～9のいずれか1項に記載の双方向光半導体装置。

【請求項14】 前記光導波路は前記基板に形成された溝部に埋め込まれるように設けられた光ファイバのコア部であることを特徴とする請求項1～9のいずれか1項に記載の双方向光半導体装置。

【請求項15】 前記光ファイバは前記溝部に埋め込まれた状態で固定部材によって前記基板に固定されており、前記固定部材の屈折率は前記光ファイバのクラッド部の屈折率よりも小さいことを特徴とする請求項14に記載の双方向光半導体装置。

【請求項16】 前記光ファイバは前記溝部に埋め込まれた状態で固定部材によって前記基板に固定されており、前記固定部材における前記半導体受光素子に近い領域の屈折率は前記光ファイバのクラッド部の屈折率よりも小さく、且つ前記固定部材における前記半導体受光素子から遠い領域の屈折率は前記光ファイバのクラッド部の屈折率よりも大きいことを特徴とする請求項14に記載の双方向光半導体装置。

【請求項17】 前記基板の屈折率は前記光ファイバのクラッド部の屈折率よりも小さいことを特徴とする請求項14に記載の双方向光半導体装置。

【請求項18】 前記基板における前記半導体受光素子に近い領域の屈折率は前記光ファイバのクラッド部の屈折率よりも小さく、且つ前記基板における前記半導体受光素子から遠い領域の屈折率は前記光ファイバのクラッド部の屈折率よりも大きいことを特徴とする請求項14に記載の双方向光半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、双方向光半導体装置に関し、特に高い光アイソレーション機能を有する双方向光半導体装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、基地局からデータ等を一般家庭まで光ファイバを用いて伝送する光加入者システムが提案されている。光加入者システムにおいては、基地局側及び加入者側の両方に光送信器と光受信器とを設置して双方向の光通信を行なうので、半導体発光素子からなり光信号を出力する光送信器と、フォトダイオード等の半導体受光素子からなり光信号を受信する光受信器と、光送信器と光受信器とを接続する光ファイバからなる光伝送路とを備えた光送受信装置が必要になる。

【0003】 そこで第1の従来例に係る光送受信装置としては、パッケージに実装された半導体レーザを有する

光送信装置の送信用光ファイバと、パッケージに実装された受光素子を有する光受信装置の受信用光ファイバとがカプラーで結合されたものが知られている。

【0004】 ところが、第1の従来例に係る光送受信装置は、光送信装置と光主新装置とをカプラーで結合するものであるから、市販されている光送信装置及び光受信装置を用いることができるが、互いに別体の光送信装置と光受信装置とを結合する必要があるので、小型化及び低コスト化の点で問題がある。

10 【0005】 そこで、第2の従来例に係る光送受信装置として、石英からなる基板と、該基板に一体的に保持された半導体レーザ素子及び受光素子と、基板の内部に形成された光導波路とを有するPLC (Planer Lightwave Circuit) が提案されている。

【0006】 ところが、第2の従来例に係る光送受信装置は、石英からなる基板に半導体レーザ素子及び受光素子を一体的に設けることによって小型化を図っているが、基板の内部に形成する導波路の面積の低減に限界があるので小型化という点で問題が残ると共に、PLCと光ファイバとを結合する必要があるので、低コスト化の点でも問題がある。

【0007】 そこで、我々は、特願平7-198538号において、図9に示すような双方向光半導体装置を提案した。すなわち、パッケージ1の底部の左側部分にシリコン基板2が固定されており、該シリコン基板2の上面には、例えば波長1.3μm帯の信号光を出力する半導体レーザ素子3 (半導体発光素子) が固定されている。パッケージ1の底部の右側部分には、光軸方向に延びる溝部を有するガラス基板4 (基板) が固定されており、該ガラス基板4の溝部には光ファイバ5 (光導波路) が埋め込まれていると共に、光ファイバ5のレーザ側の端部はシリコン基板2の上面に固定されている。ガラス基板4には光軸に対して所定の角度を持つようにハーフミラー6 (光分岐器) が挿入されており、該ハーフミラー6は、光ファイバ5の左方から入射する波長1.3μm帯の出力信号光の約50%を透過させる一方、光ファイバ5の右方から入射する波長1.3μm帯の入力信号光の約50%を上方に反射する。ガラス基板4の上面には、ハーフミラー6により反射された入力信号光を受けてフォトルレントを出力する面入射型のフォトダイオードからなる受光素子7 (半導体受光素子) が固定されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 前記の双方向光半導体装置においては、内部に光導波路を有する基板、半導体発光素子、光分岐器が一体化されているため、取り扱い易さ及び小型化の点で優れているが、光アイソレーションの点で問題がある。すなわち、半導体発光素子から出射された出力信号光の一部が半導体受光素子に受光されてしまうので、光アイソレーションが劣化するという問

題がある。

【0009】ところで、半導体発光素子をパルス駆動した直後には、緩和時間内で出力信号光はテールをひく。つまり半導体発光素子から出力される出力信号光はテール光を伴う。このため、発光・受光間の光アイソレーションが低いと、入力信号光の受光時に、半導体発光素子から出射された出力信号光のテール光が半導体受光素子で受光されて、入射してきた入力信号光に対して雑音となるので、半導体受光素子における受信特性が劣化する。従って、双方向光通信を行なうためには、光アイソレーション特性の改善が重要である。

【0010】第1の従来例に係る光送受信装置においては、送信用光ファイバと受信用光ファイバとのカプラーにおける結合角度をずらすことにより、光アイソレーション特性の劣化を防止している。

【0011】これに対して、第2の従来例に係る光送受信装置及び前記の双方向光半導体装置においては、光アイソレーション特性の劣化に対する対策は現在のところ講じられていないのが実状である。

【0012】前記に鑑み、本発明は、出力信号光及び入力信号光を伝搬する光導波路を内部に有する基板と、光導波路の一端部に出力信号光を出射する半導体発光素子と、光導波路に設けられ、出力信号光の少なくとも一部を通過させると共に入力信号光の少なくとも一部を光導波路の外部に導く光分岐器と、基板に設けられ、光分岐器により光導波路の外部に導かれた入力信号光が入射する半導体受光素子とが一体化されてなる双方向光半導体装置において、装置全体の小型化と光アイソレーションの向上との両立を図ることを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】以下、前記の双方向光半導体装置における発光・受光間の光アイソレーション及び光アイソレーションが劣化する原因について検討を行った結果を説明する。

【0014】まず、前記の双方向光半導体装置における発光・受光間の光アイソレーションについての検討結果を説明する。尚、以下の説明は、半導体発光素子としての半導体レーザ素子から出力された1.3 μm 帯の出力信号光が光導波路としての光ファイバの一端に入力されると共に、該光ファイバ5の他端からは1.3 μm 帯の入力信号光が入力され、光分岐器がハーフミラー6であり、半導体受光素子がフォトダイオード7である場合を前提としている。

【0015】半導体レーザ素子3から10 mWの出力信号光が出射される場合、出力信号光の約20%が光ファイバ5に結合し、光ファイバ5に結合した出力信号光の約50%がハーフミラー6を透過して外部に出力される。従って、光ファイバ5からは約1 mWの出力信号光が外部に出力される。

【0016】受光素子7に-3 Vのバイアス電圧を印加

した状態で、半導体レーザ素子3から出射された後、光ファイバ5から外部に出力される出力信号光の出力パワーが1 mWであるときの受光素子7から出力されるフォトリントは平均8.5 μA である。また、受光素子7に-3 Vのバイアス電圧を印加した状態で、光ファイバ5から1 mWの入力信号光が入力されるとき受光素子7から出力されるフォトリントは平均450 μA （平均感度：0.45 A/W）である。従って、発光・受光間の光アイソレーションは17 dBとなる。

10 【0017】次に、前記の双方向光半導体装置における発光・受光間の光アイソレーションが劣化する原因についての検討結果を説明する。

【0018】光アイソレーションが劣化する原因としては、半導体レーザ素子3から出射された出力信号光が主として3つの経路を経て受光素子7に入力されることを見出した。図10に示すように、第1の入力経路は、半導体レーザ素子3から出射された出力信号光のうち光ファイバ5のクラッドを伝搬する光成分がクラッドから漏れ出てパッケージ1で反射されることなく受光素子7に到達するもの（以下、この経路を通る光をクラッド漏れ光と称する。）であり、第2の入力経路は、半導体レーザ素子3から出射された出力信号光のうちハーフミラー6で反射された光成分がパッケージ1の底面で再び乱反射されて受光素子7に到達するもの（以下、この経路を通る光をハーフミラー反射光と称する。）であり、第3の入力経路は、半導体レーザ素子3における光ファイバ5の反対側から出射された光がパッケージ1の側面及び上面で乱反射されて受光素子7に到達するもの（以下、この経路を通過する光をパッケージ散乱光と称する。）である。

30 【0019】本発明は、前記の知見に基づいてなされ、クラッド漏れ光、ハーフミラー反射光又はパッケージ散乱光が半導体受光素子に入射することを防止する手段を講じるものであって、具体的には以下の各双方向光半導体装置によって実現される。

【0020】本発明に係る第1の双方向光半導体装置は、出力信号光及び入力信号光を伝搬する光導波路を内部に有する基板と、光導波路の一端部に出力信号光を出射する半導体発光素子と、光導波路に設けられ、出力信号光の少なくとも一部を通過させると共に入力信号光の少なくとも一部を光導波路の外部に導く光分岐器と、基板に設けられ、光分岐器により光導波路の外部に導かれた入力信号光が入射する半導体受光素子と、半導体受光素子の表面に設けられ、半導体発光素子から出射された光を遮断する遮光部材とを備えている。

40 【0021】第1の双方向光半導体装置によると、半導体受光素子の表面に設けられ、半導体発光素子から出射された光を遮断する遮光部材を備えているため、半導体発光素子から出射された後に光導波路を伝搬することなく半導体受光素子に向かう光は、半導体受光素子の表面

7

の遮光部材によって遮断される。

【0022】本発明に係る第2の双方向光半導体装置は、出力信号光及び入力信号光を伝搬する光導波路を内部に有する基板と、光導波路の一端部に出力信号光を出射する半導体発光素子と、光導波路に設けられ、出力信号光の少なくとも一部を通過させると共に入力信号光の少なくとも一部を光導波路の外部に導く光分岐器と、基板に設けられ、光分岐器により光導波路の外部に導かれた入力信号光が入射する半導体受光素子と、基板の表面に設けられ、半導体発光素子から出射された光を遮断する遮光部材とを備えている。

【0023】第2の双方向光半導体装置によると、基板の表面に設けられ、半導体発光素子から出射された光を遮断する遮光部材とを備えているため、半導体発光素子から出射された後に光導波路を伝搬しない光は、基板の表面の遮光部材によって遮断される。

【0024】第1又は第2の双方向光半導体装置において、遮光部材は、樹脂膜、金属層又は誘電体薄膜フィルターであることが好ましい。

【0025】本発明に係る第3の双方向光半導体装置は、出力信号光及び入力信号光を伝搬する光導波路を内部に有する基板と、光導波路の一端部に出力信号光を出射する半導体発光素子と、光導波路に設けられ、出力信号光の少なくとも一部を通過させると共に入力信号光の少なくとも一部を光導波路の外部に導く光分岐器と、基板に設けられ、光分岐器により光導波路の外部に導かれた入力信号光が入射する半導体受光素子と、基板における半導体受光素子と反対側の表面に設けられ、半導体発光素子から出射された光を半導体受光素子と異なる方向に高反射する高反射層とを備えている。

【0026】第3の双方向光半導体装置によると、基板における半導体受光素子と反対側の表面に設けられ、半導体発光素子から出射された光を半導体受光素子と異なる方向に高反射する高反射層を備えているため、半導体発光素子から出射された後に光導波路を伝搬しない光は、基板における半導体受光素子と反対側の表面の高反射層によって半導体受光素子と異なる方向に高反射される。

【0027】本発明に係る第4の双方向光半導体装置は、出力信号光及び入力信号光を伝搬する光導波路を内部に有する基板と、光導波路の一端部に出力信号光を出射する半導体発光素子と、光導波路に設けられ、出力信号光の少なくとも一部を通過させると共に入力信号光の少なくとも一部を光導波路の外部に導く光分岐器と、基板に設けられ、光分岐器により光導波路の外部に導かれた入力信号光が入射する半導体受光素子と、基板における光導波路以外の部分に形成され、半導体発光素子から出射された光を吸収する光吸収部とを備えている。

【0028】第4の双方向光半導体装置によると、基板における光導波路以外の部分に形成され、半導体発光素

8

子から出射された光を吸収する光吸収部を備えているため、半導体発光素子から出射された後に光導波路を伝搬しない光は、基板における光導波路以外の部分に形成された光吸収部によって吸収される。

【0029】本発明に係る第5の双方向光半導体装置は、出力信号光及び入力信号光を伝搬する光導波路を内部に有する基板と、光導波路の一端部に出力信号光を出射する半導体発光素子と、光導波路に設けられ、出力信号光の少なくとも一部を通過させると共に入力信号光の少なくとも一部を光導波路の外部に導く光分岐器と、基板に設けられ、光分岐器により光導波路の外部に導かれた入力信号光が入射する半導体受光素子と、基板における光導波路以外の部分に設けられ、半導体発光素子から出射され光導波路以外の部分を伝搬する光を吸収するか又は半導体受光素子と異なる方向に反射する光学部材とを備えている。

【0030】第5の双方向光半導体装置によると、基板における光導波路以外の部分に設けられ、半導体発光素子から出射され光導波路以外の部分を伝搬する光を吸収するか又は半導体受光素子と異なる方向に反射する光学部材を備えているため、半導体発光素子から出射された後に光導波路を伝搬しない光は、光学部材によって吸収されるか又は半導体受光素子と異なる方向に反射される。

【0031】本発明に係る第6の双方向光半導体装置は、出力信号光及び入力信号光を伝搬する光導波路を内部に有する基板と、光導波路の一端部に出力信号光を出射する半導体発光素子と、光導波路に設けられ、出力信号光の少なくとも一部を通過させると共に入力信号光の少なくとも一部を光導波路の外部に導く光分岐器と、基板に設けられ、光分岐器により光導波路の外部に導かれた入力信号光が入射する半導体受光素子と、基板、半導体発光素子、光分岐器及び半導体受光素子を収納するパッケージと、パッケージの内壁面に設けられ、半導体発光素子から出射された光を吸収する光吸収膜とを備えている。

【0032】第6の双方向光半導体装置によると、パッケージの内壁面に設けられ、半導体発光素子から出射された光を吸収する光吸収膜を備えているため、半導体発光素子から出射された後に光導波路を伝搬しない光は、パッケージの内壁面の光吸収膜によって吸収される。

【0033】第1～第6の双方向光半導体装置において、基板は、石英系のガラス、シリコン結晶又はポリマーからなることが好ましい。

【0034】第1～第6の双方向光半導体装置において、光分岐器は、光導波路と交差するように設けられた光学素子であることが好ましい。

【0035】第1～第6の双方向光半導体装置において、光導波路は基板に形成された溝部に埋め込まれるように設けられた光ファイバのコア部であることが好まし

い。

【0036】第1～第6の双方向光半導体装置における光導波路が光ファイバのコア部である場合には、光ファイバは溝部に埋め込まれた状態で固定部材によって基板に固定されており、固定部材の屈折率は光ファイバのクラッド部の屈折率よりも小さいことが好ましい。

【0037】第1～第6の双方向光半導体装置における光導波路が光ファイバのコア部である場合には、光ファイバは溝部に埋め込まれた状態で固定部材によって基板に固定されており、固定部材における半導体受光素子に近い領域の屈折率は光ファイバのクラッド部の屈折率よりも小さく、且つ固定部材における半導体受光素子から遠い領域の屈折率は光ファイバのクラッド部の屈折率よりも大きいことが好ましい。

【0038】第1～第6の双方向光半導体装置における光導波路が光ファイバのコア部である場合には、基板の屈折率は光ファイバのクラッド部の屈折率よりも小さいことが好ましい。

【0039】第1～第6の双方向光半導体装置における光導波路が光ファイバのコア部である場合には、基板における半導体受光素子に近い領域の屈折率は光ファイバのクラッド部の屈折率よりも小さく、且つ基板における半導体受光素子から遠い領域の屈折率は光ファイバのクラッド部の屈折率よりも大きいことが好ましい。

【0040】

【発明の実施の形態】以下、本発明の各実施形態に係る双方向光半導体装置について説明するが、その前提として、各実施形態に係る双方向光半導体装置に共通する構成部材について説明する。

【0041】本発明の各実施形態に係る双方向光半導体装置に共通する構成部材について、図1～図8を参照しながら説明する。

【0042】図1～図8に示すように、パッケージ11の底部の左側部分にはシリコン基板12が固定されており、該シリコン基板12の上面上には、例えば波長1.3 μm帯の信号光を出力する半導体発光素子としての半導体レーザ素子13が固定されている。パッケージ11の底部の右側部分には、光軸方向に延びる溝部14aを有するガラス基板14が固定されており、該ガラス基板14の溝部14aには光導波路としての光ファイバ15が埋め込まれていると共に、光ファイバ15のレーザ側の端部はシリコン基板12の上面上に固定されている。

【0043】ガラス基板14には光軸に対して所定の角度を持つように光分岐器16が挿入されており、該光分岐器16は、半導体レーザ素子13から出射された出力信号光の少なくとも一部を通過させる一方、光ファイバ15に入力された入力信号光の少なくとも一部をガラス基板14の反対側（上方側）に導く。光分岐器16としては、ハーフミラー又はWDMフィルター（波長多重フィルター）を用いることができる。

【0044】また、ガラス基板14の上面上には、光分岐器16により導かれた入力信号光を受けてフォトリソントを出力する半導体受光素子としての受光素子17が固定されており、該受光素子17としては例えば面受光型のフォトリソントを用いることができる。

【0045】（第1の実施形態）以下、第1の実施形態に係る双方向光半導体装置について図1（a）、（b）を参照しながら説明する。尚、図1（a）は、第1の実施形態に係る双方向光半導体装置の側方断面図であり、図1（b）は図1（a）におけるI-I線の断面図である。

【0046】第1の実施形態の特徴として、受光素子17は面受光型のフォトリソントであると共に、光ファイバ15はガラス基板14の溝部14aの内部において固定用樹脂21によって固定されている。

【0047】また、受光素子17における、受光部を除く下面、レーザ素子側の側面（図1の左側の側面）、反レーザ側の側面（図1の右側の側面）及び上面にそれぞれ約0.5mmの膜厚を有する遮光性樹脂22が塗布されている。

【0048】遮光性樹脂22としては、紫外線により硬化するエポキシ系黒色樹脂、熱により硬化するエポキシ系黒色樹脂、高温で軟化し且つ常温で硬化するエポキシ系黒色樹脂、溶剤の蒸発により硬化する黒色塗料等を用いることができる。

【0049】第1の実施形態によると、半導体レーザ素子13から出射されて光ファイバ15のコア部を伝搬することなく受光素子17に向かう光は、遮光性樹脂22によって遮断されるため、受光素子17に入射しないので、光アイソレーションは大きく向上する。

【0050】特に、受光素子17が面受光型のフォトリソントである場合には、受光面のみならず側面及び上面から入射する光成分が無視できないが、受光素子17の受光部を除く部分に遮光性樹脂22を塗布しているため、半導体レーザ素子13から出射されて光ファイバ15のコア部を伝搬することなく受光素子17に向かう光は確実に遮断されるので、光アイソレーションは大きく向上する。

【0051】尚、受光素子17における、受光部を除く下面、レーザ素子側の側面、反レーザ側の側面及び上面の全ての面に遮光性樹脂22が塗布されていなくてもよいが、遮光性樹脂22が塗布される面が多いほど光アイソレーションは向上する。

【0052】ところで、半導体レーザ素子13から出射された後、光ファイバ15に結合した光は、光ファイバ15のコア部及びクラッド部をそれぞれ伝搬するが、光ファイバ15のクラッド部を伝搬する光は容易に輻射光となってクラッド部から外部に漏れ出て受光素子17に到達する。特に、光ファイバ15におけるガラス基板14に埋め込まれている部分では、光ファイバ15のクラ

ッド部とガラス基板14との屈折率差が小さいので、光ファイバ15のクラッド部を伝搬する光は容易に外部に漏れ出る。従って、光アイソレーションが劣化する原因としてはクラッド漏れ光が最も大きいと考えられる。

【0053】そこで、光ファイバ15から1mWの出力信号光が出力される場合において、クラッド漏れ光のうち直接に受光素子17に至る光成分(aで示す経路を通過する光成分)に起因するフォトカレント、クラッド漏れ光のうちガラス基板14の右端面で反射されて受光素子17に至る光成分(bで示す経路を通過する光成分)に起因するフォトカレント及びパッケージ散乱光(cで示す経路を通過する光成分)に起因するフォトカレントをそれぞれ測定した。この結果、aで示す経路を通過する光成分に起因するフォトカレントは約4 μ Aであってクロストークの約半分を占めている。尚、半導体レーザ素子13から出射された後、受光素子17に入射される光に起因するフォトカレントをクロストークと称する。また、bで示す経路を通過する光成分に起因するフォトカレントは約0.5 μ Aであり、cで示す経路を通過する光成分に起因するフォトカレントは約1 μ Aであった。

【0054】従って、受光素子17における、受光部を除く下面、レーザ素子側の側面、反レーザ側の側面及び上面にそれぞれ遮光性樹脂22を塗布すると、受光素子17から出力されるフォトカレントは約5.5 μ A低減されて約3 μ Aとなる。このため、光アイソレーションは22dBまで改善されることになる。

【0055】尚、遮光性樹脂22を、受光素子17の表面のみならず、ガラス基板14の上面における光ファイバ15が埋め込まれている領域又はガラス基板14の上面の全領域にも塗布すると、光アイソレーションを一層向上させることができる。

【0056】また、ガラス基板14の上面における光ファイバ15が埋め込まれている領域又はガラス基板14の上面の全領域に遮光性樹脂22を塗布する代わりに、ガラス基板14の材料中に信号光に対して吸収特性を有する色素等を混入しても、光アイソレーションを一層向上させることができる。

【0057】(第1の実施形態の変形例)第1の実施形態においては、受光素子17における、受光部を除く下面、レーザ素子側の側面(図1の左側の側面)、反レーザ側の側面(図1の右側の側面)及び上面に遮光性樹脂22が塗布されていたが、該変形例においては、受光素子17における、受光部を除く下面、レーザ素子側の側面、反レーザ側の側面及び上面にはそれぞれ遮光層が設けられている。

【0058】遮光層としては、受光素子17に貼着されており、半導体レーザ素子13から出射されるレーザ光の波長帯に対して遮光性を有する誘電体薄膜フィルタ

ー、受光素子17に貼着された金属薄膜、又は受光素子

17の表面にメッキ法若しくは蒸着法により形成された金属層等が挙げられる。
【0059】第1の実施形態のように、遮光性樹脂22を塗布すると、遮光性樹脂22の膜厚分だけパッケージ11の高さが大きくなるが、前記の変形例のように遮光層を設けると、パッケージ11の高さが大きくなることを防止できる。

【0060】また、受光素子17の表面に誘電体薄膜フィルタを貼着する場合には、遮断する光の波長帯を容易に選択できるので、設計上有利である。

【0061】また、受光素子17の上面にのみ遮光層を設けるようにすると、遮光層の面積を確保できると共に遮光層を設ける工程が容易である。

【0062】(第2の実施形態)以下、第2の実施形態に係る双方向光半導体装置について図2(a)、(b)を参照しながら説明する。尚、図2(a)は、第2の実施形態に係る双方向光半導体装置の側方断面図であり、図2(b)は図2(a)におけるII-II線の断面図である。

【0063】第2の実施形態の特徴として、受光素子17は面受光型のフォトダイオードであると共に、光ファイバ15はガラス基板14の溝部14aの内部において、光ファイバ15のクラッド部の屈折率よりも低い屈折率を有する固定用樹脂21によって固定されている。

【0064】波長1.3 μ m帯の光を伝搬する石英系のシングルモードの光ファイバ15のクラッド部の屈折率は1.447であるので、第2の実施形態においては、固定用樹脂21としては、1.445の屈折率を有する樹脂を用いる。

【0065】前述したように、半導体レーザ素子13から出射された後、光ファイバ15に結合した光のうちクラッド部を伝搬する光成分は容易に輻射光となってクラッド部から外部に漏れ出て受光素子17に到達する。

【0066】ところが、第2の実施形態のように、光ファイバ15をガラス基板14の溝部14aに光ファイバ15のクラッド部よりも低い屈折率を有する固定用樹脂21によって固定すると、光ファイバ15のクラッド部を伝搬する光は、固定用樹脂21によって光ファイバ15のクラッド部に閉じこめられるため、クラッド部から外部に漏れ出なくなるので、クラッド漏れ光に起因する光アイソレーションを低減することができる。

【0067】第2の実施形態に係る双方向光半導体装置を用いて、光ファイバ15から1mWの出力信号光が出力される場合のフォトカレントを測定したところ約1 μ Aであって、光アイソレーションは約27dBに改善されている。

【0068】第2の実施形態によると、クラッド漏れ光のうち直接に受光素子17に至る光成分(図1においてaで示す経路を通過する光成分)に起因する約4 μ Aのクロストーク、クラッド漏れ光のうちガラス基板14の

右端面で反射されて受光素子17に至る光成分(図1においてbで示す経路を通過する光成分)に起因する約0.5 μ Aのクロストーク、及びクラッド漏れ光のうち受光素子17の受光部に直接に入射する光成分(図2においてdで示す経路を通過する光成分)に起因する約1.5 μ Aのクロストークを低減することができる。特に、クラッド漏れ光のうち受光素子17の受光部に直接に入射する光成分に起因するクロストークは、第1の実施形態では抑制できないが、第2の実施形態によると抑制することができる。

【0069】尚、光ファイバ15を、該光ファイバ15のクラッド部の屈折率よりも低い屈折率を有する固定用樹脂21によって固定する代わりに、ガラス基板14を構成する材料の屈折率を光ファイバ15のクラッド部の屈折率よりも低くしてもよい。このようにすると、光ファイバ15のクラッド部から横方向又は下方向に漏れ出る光をガラス基板14の溝部14aの内部に閉じこめることができる。従って、図2(b)に示すように、受光素子17の受光面(下面)が広くてガラス基板14の側面を通過する光を受光してしまうような場合における光アイソレーションを向上させることができると共に、受光素子17がガラス基板14の下面に固定される場合における光アイソレーションを向上させることもできる。

【0070】(第3の実施形態)以下、第3の実施形態に係る双方向光半導体装置について図3を参照しながら説明する。

【0071】第3の実施形態の特徴として、光分岐器16はハーフミラーであり、受光素子17は面受光型のフォトダイオードであると共に、ガラス基板14とパッケージ10との間に遮光部材23が設けられている。

【0072】遮光部材23としては、紫外線により硬化するエポキシ系黒色樹脂、熱により硬化するエポキシ系黒色樹脂、高温で軟化し且つ常温で硬化するエポキシ系黒色樹脂、溶剤の蒸発により硬化する黒色塗料又は金属板等のように、半導体レーザ素子13から出射される出力信号光の波長帯の光を遮断する部材を適宜用いることができる。

【0073】ところで、半導体レーザ素子13から出射された出力信号光は光ファイバ15に結合するが、出力信号光のうちの約20%は光ファイバ15のコア部に結合して該コア部を伝搬する。光分岐器16としてハーフミラーを用いる場合には、光ファイバ15のコア部を伝搬する光の約半分の成分は、図3においてeの経路で示すように、ハーフミラーによってガラス基板14側つまり下側に反射された後、ガラス基板14の下面又はパッケージ10の底部の上面で再び乱反射されて受光素子17に至る。

【0074】ところが、第3の実施形態のように、ガラス基板14とパッケージ10との間に遮光部材23が設けられていると、光ファイバ15のコア部を伝搬中にハ

ーフミラーにより反射された光は、遮光部材23に遮断されて受光素子17に向かわないので、光アイソレーションは大きく向上する。

【0075】第3の実施形態に係る双方向光半導体装置を評価するために、光ファイバ15における半導体レーザ素子13とガラス基板14との間に位置する部分の長さを十分に長くすると共にこの部分を屈曲させて光ファイバ15のクラッド部を伝搬する光が完全に除去される双方向光半導体装置を試作すると共に、ガラス基板14の下面の状態及びパッケージ10の底部の上面の状態を種々変化させて、光ファイバ15から1mWの出力信号光が出力される場合のフォトカレントを測定した。

【0076】まず、パッケージ10の底部の上面を切削加工により粗くした状態でフォトカレントを測定すると1.5 μ Aであった。

【0077】次に、ガラス基板14とパッケージ10との間に黒色の遮光部材23を設けた状態でフォトカレントを測定すると0.18 μ Aであった。従って、第3の実施形態によると、光アイソレーションを大きく向上させることが確認された。

【0078】(第3の実施形態の変形例)ところで、光ファイバ15のコア部におけるガラス基板14の溝部14aに挿入されている部分を伝搬する光の広がり角度は5度以内であるから、コア部を伝搬する光の広がり角度は無視することができる。従って、ガラス基板14の下面に、半導体レーザ素子13から出射された光を受光素子17と異なる方向に高反射する高反射層を形成すると、光ファイバ15のコア部を伝搬中にハーフミラーにより反射された光は、ガラス基板14の下面で乱反射されることなく受光素子17の反対側に反射されるので、光アイソレーションは大きく向上する。

【0079】光分岐器16が光ファイバ15に対して垂直な面と交差する角度を30度に設定すると共にガラス基板14の下面に高反射層を形成した状態でフォトカレントを測定すると0.009 μ Aであった。この場合には、光アイソレーションは47dBであって、大きく向上する。

【0080】ガラス基板14の下面に高反射層を形成する方法としては、ガラス基板14の下面に鏡面仕上げされたシリコン基板を固定する方法、ガラス基板14の下面を鏡面仕上げする方法、又はガラス基板14の下面にAu、Ti若しくはNi等の金属をメッキする方法等が挙げられる。ガラス基板14の下面に金属のメッキ層を形成する方法は、反射率の均一化及び安定化並びにコストの低減の観点から有効な方法である。

【0081】尚、光ファイバ15のコア部におけるガラス基板14の溝部14aに挿入されている部分を伝搬する光の広がり角度は無視できる程度に小さいため、ガラス基板14の下面に高反射層を形成しておく、光分岐器16が光ファイバ15に対して垂直な面と交差する角

度は30度でなくても、光アイソレーションを低減することができる。また、光ファイバ15のコア部におけるガラス基板14の溝部14aに挿入されている部分を伝搬する光の広がり角度が大きい場合には、光分岐器16が光ファイバ15に対して垂直な面と交差する角度を小さくすると、光アイソレーションの低減効果は大きくなる。

【0082】(第4の実施形態)以下、第4の実施形態に係る双方向光半導体装置について図4を参照しながら説明する。

【0083】第4の実施形態の特徴として、光分岐器16はハーフミラー又はWDMフィルターであり、受光素子17は面受光型のフォトダイオードであると共に、光分岐器16と受光素子17との間に、半導体レーザ素子13から出射され光ファイバ15のコア部以外の部分を伝搬する光を吸収するか又は受光素子17と異なる方向に反射する光学部材としてのフィルター24が光ファイバ15のコア部に掛からないように設けられている。フィルター24としては、ハーフミラー又はWDMフィルター等を用いることができる。

【0084】ところで、図4においてfの経路で示すように、クラッド漏れ光のうち光分岐器16に到達しない光成分、又はクラッド漏れ光のうち光分岐器16を通過してしまう光成分は受光素子17に至る。特に、光分岐器16がWDMフィルターであるときには、光ファイバ15のクラッド部を伝搬する光はWDMフィルターを通過してしまう。

【0085】ところが、第4の実施形態のように、光分岐器16と受光素子17との間に半導体レーザ素子13から出射される波長帯の光を受光素子17に向かわせないフィルター24が設けられているため、クラッド漏れ光のうち光分岐器16に到達しない光成分及びクラッド漏れ光のうち光分岐器16を通過してしまう光成分は受光素子17に到達しないので、光アイソレーションを向上させることができる。

【0086】(第4の実施形態の変形例)半導体レーザ素子13から出射される出力信号光の波長帯(例えば1.3 μ m)と、光ファイバ15から入力される入力信号光の波長帯(例えば1.55 μ m)とが異なっていると共に、光分岐器16がWDMフィルターである場合には、光ファイバ15のクラッド部を伝搬する光は光分岐器16を通過してしまう。

【0087】従って、この場合には、受光素子17とガラス基板14との間に受光素子17の受光面に沿うように、入力信号光を通過させるが出力信号光を通過させないWDMフィルターを設ける。このようにすると、半導体レーザ素子13から出射された出力信号光のうち光ファイバ15のクラッド部から漏れ出た光成分が受光素子17に到達する事態を防止できるので、光アイソレーションを向上させることができる。

【0088】(第5の実施形態)以下、第5の実施形態に係る双方向光半導体装置について図5を参照しながら説明する。

【0089】第5の実施形態の特徴として、光分岐器16はハーフミラー又はWDMフィルターであり、受光素子17は面受光型のフォトダイオードであると共に、光ファイバ15における光分岐器16よりも半導体レーザ素子13側の部分はガラス基板14の溝部14aの内部において遮光性樹脂25によって固定されている。

10 【0090】このようにすると、光ファイバ15のクラッド部を伝搬する光の広がり角度は小さいため、クラッド漏れ光は遮光性樹脂25に遮断されて受光素子17には到達しないので、光アイソレーションが向上する。

【0091】(第5の実施形態の変形例)第5実施形態の変形例は、光ファイバ15における光分岐器16よりも半導体レーザ素子13側の部分はガラス基板14の溝部14aの内部において、光ファイバ15のクラッド部の屈折率(例えば1.447)よりも高い屈折率を有する固定用樹脂によって固定されている。

20 【0092】このようにすると、光ファイバ15のクラッド部を伝搬する光は固定用樹脂に予め吸収されて、クラッド漏れ光のうち受光素子17に到達する光成分が低減するので、光アイソレーションが向上する。

【0093】(第6の実施形態)以下、第6の実施形態に係る双方向光半導体装置について図6(a)、(b)を参照しながら説明する。尚、図6(a)は、第6の実施形態に係る双方向光半導体装置の側方断面図であり、図6(b)は図6(a)におけるVI-VI線の断面図である。

30 【0094】第6の実施形態の特徴として、光分岐器16はハーフミラー又はWDMフィルターであり、受光素子17は面受光型のフォトダイオードであると共に、光ファイバ15は、ガラス基板14の断面V字状の溝部14aに挿入された状態で、断面が台形状の溝部を有する押さえ部材26によってガラス基板14に固定されている。

40 【0095】また、図6(b)に示すように、光ファイバ15のレーザ側の端部は、シリコン基板12に形成された断面V字状の溝部に挿入された状態で、断面が台形状の溝部を有する遮光部材27によってシリコン基板12に固定されている。この場合、遮光部材27は光ファイバ15の端部を押さえ付けた状態でシリコン基板12に接着されている。

【0096】半導体レーザ素子12から出射されたレーザ光の広がり角度は10数度であるため、半導体レーザ素子12から出射されたレーザ光のうち光ファイバ15に結合しない光成分は光ファイバ15の外側に放射される。光ファイバ15の外側に放射された光は、パッケージ10の内部空間を伝搬した後、パッケージ10の壁面で反射されて受光素子17に至る。

【0097】ところが、第6の実施形態のように、シリコン基板12の上に遮光部材27を設けると、半導体レーザ素子12から出射されたレーザ光のうち光ファイバ15に結合しない光成分は、遮光部材27に遮断されて、パッケージ10の内部空間を伝搬しなくなるため、受光素子17に到達しなくなるので、光アイソレーションが向上する。

【0098】(第7の実施形態)以下、第7の実施形態に係る双方向光半導体装置について図7を参照しながら説明する。

【0099】第7の実施形態の特徴として、光分岐器16はハーフミラー又はWDMフィルターであり、受光素子17は面受光型のフォトダイオードである。

【0100】また、パッケージ17の上底部の下面には、半導体レーザ素子13から出射されるレーザ光を吸収する光吸収部材28が貼着されている。

【0101】光吸収部材28としては、半導体レーザ素子13から出射されるレーザ光の波長帯に対して吸収性を有する薄膜層が挙げられ、具体的には、半導体レーザ素子13から出射されるレーザ光を吸収する色素が含まれる塗布膜等が挙げられる。第7の実施形態によると、パッケージ17の上底部の下面に光吸収部材28が貼着されているため、パッケージ17の内部を散乱する散乱光が受光素子17に到達することを防止できるので、光アイソレーションが向上する。

【0102】尚、第1～第7の実施形態においては、半導体レーザ素子13から出射された出力信号光を外部に出力する光導波路として光ファイバ15を用いたが、ガラス基板14に代えて、シリコン結晶又はポリマー材等からなり光に対して透明な材料からなる透明基板を用いると共に、該透明基板の内部に光導波路を形成してもよい。

【0103】また、第1～第7の実施形態においては、半導体レーザ素子13から出射される出力信号光の波長帯が $1.3\mu\text{m}$ であり、光ファイバ15に入力される入力信号光の波長帯が $1.3\mu\text{m}$ 又は $1.55\mu\text{m}$ である場合について説明したが、出力信号光の波長帯としては、 $1.55\mu\text{m}$ であってもよいと共に、 $0.85\mu\text{m}$ 、 $0.78\mu\text{m}$ 帯又は $0.65\mu\text{m}$ 帯等の短波長帯であってもよいのは当然である。

【0104】また、半導体発光素子としては、半導体レーザ素子13に代えて、LEDを用いることができる。

【0105】さらに、第1～第7の実施形態及び各変形例を単独で採用してもよいが、これらを組み合わせると、光アイソレーションの向上効果が一層向上する。

【0106】(第8の実施形態)以下、本発明の第8の実施形態として、第1～第7の実施形態及び各変形例に係る双方向光半導体装置が適用される双方向光伝送システムについて図8を参照しながら説明する。

【0107】図8は、双方向光伝送システムの全体構成

を示しており、基地局側に接地された第1の双方向光半導体装置30と、一般家庭に接地された第2の双方向光半導体装置31とが伝送用光ファイバ32を介して接続されている。

【0108】第8の実施形態によると、第1の双方向光半導体装置30及び第2の双方向光半導体装置31として、第1～第7の実施形態及び各変形例に係る光アイソレーション機能が高い双方向光半導体装置を用いているので、送信された信号に対するクロストークを避けるために必要なガードタイムを短縮できるので、より高速な応答を行える双方向光伝送システムを実現することができる。

【0109】

【発明の効果】本発明に係る第1の双方向光半導体装置によると、半導体発光素子から出射された後に光導波路を伝搬することなく半導体受光素子に向かう光は、半導体受光素子の表面の遮光部材によって遮断されるため、半導体受光素子に入射しないので、光アイソレーションが向上する。

【0110】本発明に係る第2の双方向光半導体装置によると、半導体発光素子から出射された後に光導波路を伝搬しない光は、基板の表面の遮光部材によって遮断されるため、半導体受光素子に入射しないので、光アイソレーションが向上する。

【0111】本発明に係る第3の双方向光半導体装置によると、半導体発光素子から出射された後に光導波路を伝搬しない光は、基板における半導体受光素子と反対側の表面の高反射層によって半導体受光素子と異なる方向に高反射されるため、半導体受光素子に入射しないので、光アイソレーションが向上する。

【0112】本発明に係る第4の双方向光半導体装置によると、半導体発光素子から出射された後に光導波路を伝搬しない光は、基板における光導波路以外の部分に形成された光吸収部によって吸収されるため、半導体受光素子に入射しないので、光アイソレーションが向上する。

【0113】本発明に係る第5の双方向光半導体装置によると、半導体発光素子から出射された後に光導波路を伝搬しない光は、光学部材によって吸収されるか又は半導体受光素子と異なる方向に反射されるため、半導体受光素子に入射しないので、光アイソレーションが向上する。

【0114】本発明に係る第6の双方向光半導体装置によると、半導体発光素子から出射された後に光導波路を伝搬しない光は、パッケージの内壁面の光吸収膜によって吸収されるため、半導体受光素子に入射しないので、光アイソレーションが向上する。

【0115】第1～第6の双方向光半導体装置における光導波路が光ファイバのコア部であり、光ファイバが溝部に埋め込まれた状態で固定部材によって基板に固定さ

れている場合に、固定部材における半導体受光素子に近い領域の屈折率を光ファイバのクラッド部の屈折率よりも小さく且つ固定部材における半導体受光素子から遠い領域の屈折率を光ファイバのクラッド部の屈折率よりも大きくすると、半導体発光素子から出射された後に光ファイバのコア部を伝搬しない光は、半導体受光素子の近くでは光ファイバに閉じこめられると共に半導体受光素子から遠くでは固定部材に吸収されるので、光アイソレーションは確実に向上する。

【0116】第1～第6の双方向光半導体装置における光導波路が光ファイバのコア部である場合に、基板における半導体受光素子に近い領域の屈折率を光ファイバのクラッド部の屈折率よりも小さく且つ基板における半導体受光素子から遠い領域の屈折率を光ファイバのクラッド部の屈折率よりも大きくすると、半導体発光素子から出射された後に光ファイバのコア部を伝搬しない光は、半導体受光素子の近くでは光ファイバに閉じこめられると共に半導体受光素子から遠くでは基板に吸収されるので、光アイソレーションは確実に向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の第1実施形態に係る双方向光半導体装置の側方断面図であり、(b)は(a)におけるI-I線の断面図である。

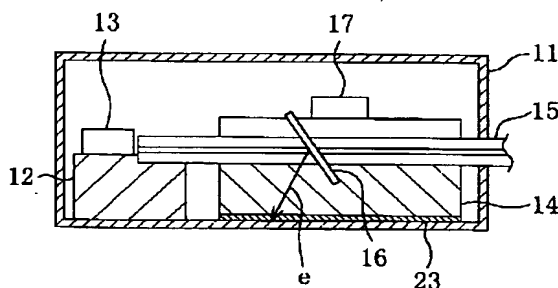
【図2】(a)は本発明の第2実施形態に係る双方向光半導体装置の側方断面図であり、(b)は(a)におけるII-II線の断面図である。

【図3】本発明の第3実施形態に係る双方向光半導体装置の側方断面図である。

【図4】本発明の第4実施形態に係る双方向光半導体装置の側方断面図である。

【図5】本発明の第5実施形態に係る双方向光半導体装置の側方断面図である。

【図3】



【図6】(a)は本発明の第6実施形態に係る双方向光半導体装置の側方断面図であり、(b)は(a)におけるVI-VI線の断面図である。

【図7】本発明の第7実施形態に係る双方向光半導体装置の側方断面図である。

【図8】本発明に係る第1～第7の実施形態及び各変形例に係る双方向光半導体装置が適用される双方向光伝送システムの概略全体構成図である。

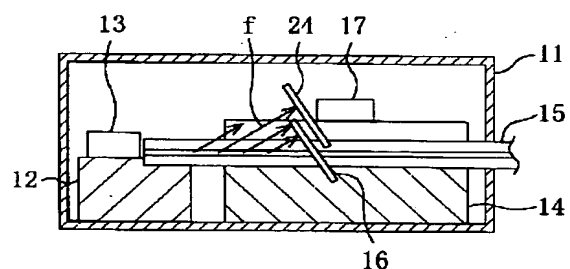
【図9】本発明の前提となる双方向光半導体装置の側方断面図である。

【図10】本発明の前提となる双方向光半導体装置における問題点を説明する側方断面図である。

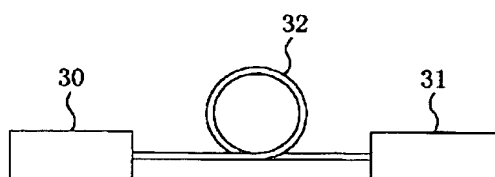
【符号の説明】

- 11 パッケージ
- 12 シリコン基板
- 13 半導体レーザ素子
- 14 ガラス基板
- 14 a 溝部
- 15 光ファイバ
- 16 光分岐器
- 17 受光素子
- 21 固定用樹脂
- 22 遮光性樹脂
- 23 遮光部材
- 24 フィルター
- 25 遮光性樹脂
- 26 押さえ部材
- 27 遮光部材
- 28 光吸収部材
- 30 第1の双方向光半導体装置
- 31 第2の双方向光半導体装置
- 32 伝送用光ファイバ

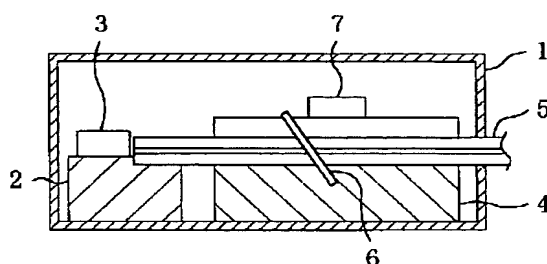
【図4】



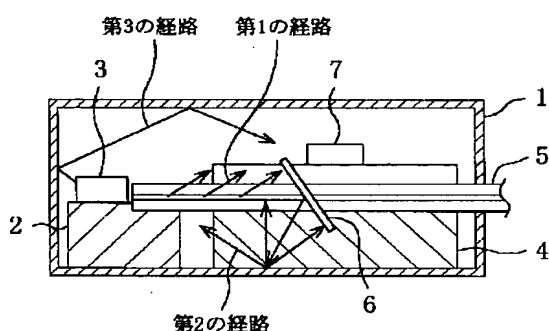
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【手続補正書】

【提出日】平成 11 年 2 月 26 日

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正内容】

【0004】ところが、第 1 の従来例に係る光送受信装置は、光送信装置と光受信装置とをカプラーで結合するものであるから、市販されている光送信装置及び光受信装置を用いることができるが、互いに別体の光送信装置と光受信装置とを結合する必要があるため、小型化及び低コスト化の点で問題がある。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0071

【補正方法】変更

【補正内容】

【0071】第 3 の実施形態の特徴として、光分岐器 16 はハーフミラーであり、受光素子 17 は面受光型のフォトダイオードであると共に、ガラス基板 14 とパッケージ 11 との間に遮光部材 23 が設けられている。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0073

【補正方法】変更

【補正内容】

【0073】ところで、半導体レーザー素子 13 から出射された出力信号光は光ファイバ 15 に結合するが、出力信号光のうちの約 20% は光ファイバ 15 のコア部に結合して該コア部を伝搬する。光分岐器 16 としてハーフミラーを用いる場合には、光ファイバ 15 のコア部を伝搬する光の約半分の成分は、図 3 において e の経路で示すように、ハーフミラーによってガラス基板 14 側つまり下側に反射された後、ガラス基板 14 の下面又はパッケージ 11 の底部の上面で再び乱反射されて受光素子 17 に至る。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0074

【補正方法】変更

【補正内容】

【0074】ところが、第 3 の実施形態のように、ガラス基板 14 とパッケージ 11 との間に遮光部材 23 が設けられていると、光ファイバ 15 のコア部を伝搬中にハーフミラーにより反射された光は、遮光部材 23 に遮断されて受光素子 17 に向かわないので、光アイソレーシ

ョンは大きく向上する。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0075

【補正方法】変更

【補正内容】

【0075】第3の実施形態に係る双方向光半導体装置を評価するために、光ファイバ15における半導体レーザ素子13とガラス基板14との間に位置する部分の長さを十分に長くすると共にこの部分を屈曲させて光ファイバ15のクラッド部を伝搬する光が完全に除去される双方向光半導体装置を試作すると共に、ガラス基板14の下面の状態及びパッケージ11の底部の上面の状態を種々変化させて、光ファイバ15から1mWの出力信号光が出力される場合のフォトカレントを測定した。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0076

【補正方法】変更

【補正内容】

【0076】まず、パッケージ11の底部の上面を切削加工により粗くした状態でフォトカレントを測定すると1.5 μ Aであった。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0077

【補正方法】変更

【補正内容】

【0077】次に、ガラス基板14とパッケージ11との間に黒色の遮光部材23を設けた状態でフォトカレントを測定すると0.18 μ Aであった。従って、第3の実施形態によると、光アイソレーションを大きく向上させることが確認された。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0081

【補正方法】変更

【補正内容】

【0081】尚、光ファイバ15のコア部におけるガラス基板14の溝部14aに挿入されている部分を伝搬する光の広がり角度は無視できる程度に小さいため、ガラス基板14の下面に高反射層を形成しておく、光分岐器16が光ファイバ15に対して垂直な面と交差する角度は30度でなくても、光アイソレーションの劣化を低減することができる。また、光ファイバ15のコア部におけるガラス基板14の溝部14aに挿入されている部分を伝搬する光の広がり角度が大きい場合には、光分岐器16が光ファイバ15に対して垂直な面と交差する角度を小さくすると、光アイソレーションの劣化の低減効果は大きくなる。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0096

【補正方法】変更

【補正内容】

【0096】半導体レーザ素子13から出射されたレーザ光の広がり角度は10数度であるため、半導体レーザ素子13から出射されたレーザ光のうち光ファイバ15に結合しない光成分は光ファイバ15の外側に放射される。光ファイバ15の外側に放射された光は、パッケージ11の内部空間を伝搬した後、パッケージ11の壁面で反射されて受光素子17に至る。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0097

【補正方法】変更

【補正内容】

【0097】ところが、第6の実施形態のように、シリコン基板12の上に遮光部材27を設けると、半導体レーザ素子13から出射されたレーザ光のうち光ファイバ15に結合しない光成分は、遮光部材27に遮断されて、パッケージ11の内部空間を伝搬しなくなるため、受光素子17に到達しなくなるので、光アイソレーションが向上する。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0100

【補正方法】変更

【補正内容】

【0100】また、パッケージ11の上底部の下面には、半導体レーザ素子13から出射されるレーザ光を吸収する光吸収部材28が貼着されている。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0101

【補正方法】変更

【補正内容】

【0101】光吸収部材28としては、半導体レーザ素子13から出射されるレーザ光の波長帯に対して吸収性を有する薄膜層が挙げられ、具体的には、半導体レーザ素子13から出射されるレーザ光を吸収する色素が含まれる塗布膜等が挙げられる。第7の実施形態によると、パッケージ11の上底部の下面に光吸収部材28が貼着されているため、パッケージ11の内部を散乱する散乱光が受光素子17に到達することを防止できるので、光アイソレーションが向上する。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0107

【補正方法】変更

【補正内容】

【0107】図 8 は、双方向光伝送システムの全体構成を示しており、基地局側に設置された第 1 の双方向光半

導体装置 3 0 と、一般家庭に設置された第 2 の双方向光半導体装置 3 1 とが伝送用光ファイバ 3 2 を介して接続されている。